

Boas Práticas de Sinalização Horizontal

Av. Marginal Tietê / São Paulo



viacolor - tornando a sua vida mais segura

BOAS PRÁTICAS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COMPARATIVO TÉCNICO DE SOLUÇÕES

PREÂMBULO

O presente trabalho tem por objetivo, apresentar de forma simples e clara experiências práticas acumuladas de sinalização horizontal, sem o propósito de aprofundar questões técnicas, pesquisas ou temas acadêmicos.

A finalidade é informar os profissionais que atuam na área, o que é importante saber no seu dia a dia de trabalho.

Não basta vender um produto. A assistência técnica ao cliente é muito importante e faz parte do nosso negócio.

Mesmo o melhor produto de sinalização pode fracassar, se: for mal aplicado, aplicado fora do prazo de validade, não for transportado ou armazenado com cuidado; não for bem homogeneizado, o equipamento não estiver bem regulado, as condições climáticas não forem boas, os tempos de secagem ou cura não forem respeitados, o pavimento estiver sujo, úmido e/ou contaminado, a operação puser vidas em risco.

Enfim, existem inúmeras razões para o trabalho não dar certo e essa é a preocupação da Viacolor ao realizar esta publicação.

Fazemos votos que ela seja útil.

viacolor - tornando a sua vida mais segura

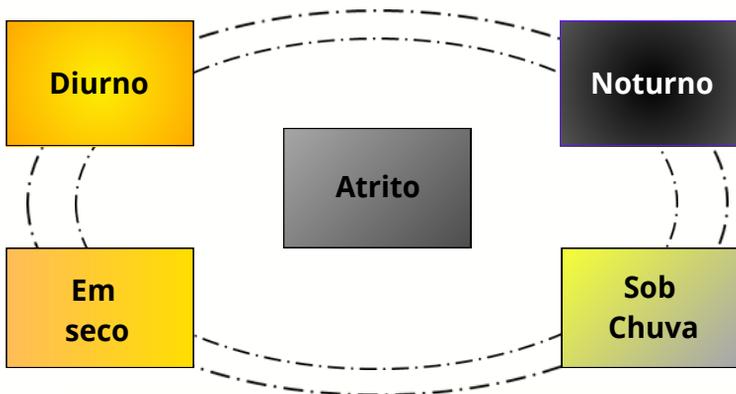


Introdução

A sinalização horizontal viária tem a finalidade de regular os fluxos de tráfego, auxiliando os usuários (motorista, ciclista ou pedestre), a utilizar os espaços em que circula de forma clara, rápida, com a máxima segurança e conforto.

Se exige fundamentalmente:

- a) Boa visibilidade - de dia e de noite, em seco, sob chuva ou neblina (índices de luminância e retrorrefletância);
- b) Oferecer rugosidade, impedindo o escorregamento dos veículos ou pessoas (“antiderrapância”);
- c) Compatibilidade com o substrato, rígido ou flexível, alta aderência, durabilidade e fácil manutenção.



Materials

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Tintas - | Líquidas
Sólidas |
| 2. Laminados Pré-formados - | Elastoplásticos
Termoplásticos |
| 3. Tachas, tachões e segregadores - | Cegos
Monodirecionais
Bidirecionais
Omnidirecionais |
| 4. Microesferas de vidro - | Normais – soda cal
Especiais – Titanato de bário |
| 5. Colas - | A frio (Bicomponentes)
A quente (fundidas)
Adesivos |
| 6. Selantes | |
| 7. Solventes | |
| 8. Endurecedores e catalisadores | |
| 9. Agregados e abrasivos - | Escala Mohs (de 1 a 10) |

De dureza 7 (Quartzo) a Dureza 9/10 (Corundum)

Classificação e composição básica das tintas

Monocomponentes	Bicomponentes	Selantes	Sólidas
Resinas	Resinas	Resinas	Resinas
Pigmentos	Pigmentos	-	Pigmentos
Cargas	Cargas	-	Cargas
Solventes/ Emulsões	-	Solventes	-
Aditivos	Aditivos	-	Aditivos
-	Reagentes	-	-

Em geral, as resinas dão o nome às tintas:

As tintas são classificadas quimicamente em Termoplásticas e Termofixas e cada grupo têm características predominantes, conferidas pelos seus componentes:

As **resinas** são as principais responsáveis pela maioria das características físico-químicas das tintas. Determinam brilho, resistência química e física, secagem, aderência, poder de agregação, flexibilidade e resistência à abrasão.

Os **pigmentos** conferem cor, opacidade, poder de cobertura, resistência e reflexão dos raios solares.

As **cargas** são materiais sólidos adicionados à formulação da tinta com o objetivo de reforçar as suas propriedades e características. Dão espessura ao filme de tinta, e apoiam a sua estrutura.

Classificação e composição básica das tintas

Os **solventes** são utilizados para diluir os componentes e podem deixar a secagem dos produtos mais rápida ou mais lenta, e auxiliar o ajuste da viscosidade.

Os **aditivos** compreendem uma variada gama de substâncias que atuam como importantes auxiliares, facilitando a formação da tinta e melhorando as suas propriedades gerais (antiespumantes, anti-peles, secagem, sedimentação e plastificação).

Homogeneização / sedimentação

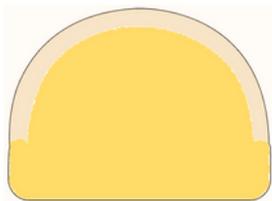
A homogeneização é indispensável para todo e qualquer produto líquido, antes da utilização, seja tinta, cola, verniz ou outras.

Os diversos componentes das tintas têm pesos específicos diferentes e tendência à sedimentação, nomeadamente:

	(g/ ml)
2. Resinas Acrílicas (variam)	0,97
3. Solvente (Tolueno)	0,86
4. Carga (Quartzo)	2,70
5. Vidro (Microesferas - 1,55)	2,40
6. Pigmentos (Dióxido de Titânio)	4,5
7. (Cromato de Chumbo)	5,0

Existem aditivos específicos para atenuar o efeito da sedimentação.

Homogeneização / sedimentação



Raspadeira

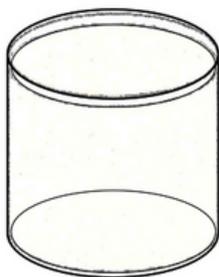


Remo

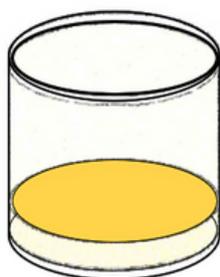
Com um remo - preferencialmente de madeira, raspar o fundo e misturar até obter uma completa uniformidade. Use a raspadeira para aproveitar toda a tinta.

Gelatinização

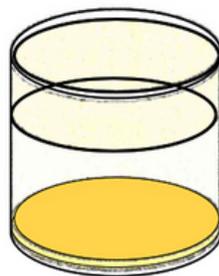
Ocorre quando os componentes da tinta começam a reagir entre si dentro do balde. A regeneração da tinta, se possível, só pode ser feita na fábrica.



Tinta homogênea



**Tinta sedimentada
homogeneizável**



**Tinta gelatinada
Irrecuperável**

Armazenagem, manuseio e transporte

As embalagens devem ser homologadas, de qualidade, adequadas ao tipo de material de envase e mantidas na posição vertical com as tampas voltadas para cima e sobre pallets, sem contato com o piso.

Embalagens abertas, danificadas ou com vazamento devem ser separadas e não esquecidas, sendo logo que possível recolhidas e retornadas ao fabricante.

Dependendo do tipo de embalagem, o empilhamento máximo pode ser de 6 baldes metálicos ou 3 baldes plásticos, mas preferencialmente, sobre pallets em 3 camadas, podendo ser empilhados até 2 pallets.

Os pallets no depósito, devem ficar afastados 50cm das paredes e a 1,0 m do teto. As embalagens empilhadas terão que ser do mesmo lote, do mesmo tamanho e com o mesmo tipo de produto.

No caso especial dos produtos com cura por reação química por intermédio de reagentes, como o caso das resinas reativas à base de Metilmetacrilato, o endurecedor - em pó ou líquido, à base de Peróxido de Benzoila, nunca deve ficar armazenado ou transportado junto com o material. Os baldes nunca devem ser expostos a temperaturas elevadas, pois sendo resinas reativas podem iniciar a reação e "estufar" os baldes.

Os lotes mais antigos devem ser os primeiros a ser utilizados, considerando sempre o prazo de validade. Assim os lotes devem ser movimentados de acordo com este conceito e o controle e inspeção deve ser permanente.

A movimentação deve ser feita de modo seguro evitando risco de acidentes ou rompimento das embalagens.

Armazenagem, manuseio e transporte

É obrigatório o uso de Equipamentos de Proteção Individual - EPI, em perfeito estado de conservação: óculos de segurança, luvas, máscaras respiratórias para vapores orgânicos e particulados e outros. As mãos devem ser lavadas com frequência durante o serviço e observadas as especificações das embalagens, sem que se misturem.

Todas as especificações do fabricante devem ser obedecidas e não deve ocorrer a mistura entre produtos de outros fabricantes - nem das tintas, nem tampouco solventes, aditivos e reagentes.

Controle de Qualidade

Os Laboratórios das fábricas devem controlar:

- Matérias primas (todas as utilizadas na fabricação);
- Produtos acabados - Analisando se atendem as especificações e normas e recolhendo amostras de retenção, que ficam guardadas para análise posterior e contraprova - em caso de necessidade ou dúvidas.

Os laboratórios externos - recomenda-se que sejam credenciados e filiados à Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação - ABIPTI, executam os ensaios simulando as condições de campo de forma acelerada e intensa:

- a) Estabilidade da Viscosidade - Alterações que podem ocorrer durante o armazenamento e transporte;
- b) Resistência à Abrasão - Simulando o desgaste físico pelo tráfego;

Controle de Qualidade

- c) Resistência ao Intemperismo - avalia as alterações da demarcação, quando exposta às condições da natureza - sol, chuva, vento, calor e frio;
- d) Resistência Química - à água, solventes, calor e as alterações consequentes;
- e) Cor - alteração com o passar do tempo;
- f) Brilho - que influi no desempenho das microesferas de vidro;
- g) Tempo de Secagem ("Setting time") - Período de espera necessário para liberação do tráfego, sem prejudicar o filme de tinta da sinalização. O período total de cura só acontece mais tarde, quando os processos físico-químicos estiverem completos;
- h) "Pot life" - Período de tempo em que ainda é possível manusear o material. É variável de acordo com a temperatura do pavimento ou do ambiente (ou com a quantidade de endurecedor adicionado);
- i) Sedimentação - Os componentes da tinta líquida têm diferentes densidades, e mesmo com aditivos, os elementos mais densos tem tendência a se depositar no fundo do recipiente devido à gravidade, com o passar do tempo;
- j) Gelatinização - Acontece quando é iniciada reação entre componentes da tinta.

Controle de Qualidade

Etapas de execução de serviços indispensáveis a uma boa qualidade

Projeto bem executado

Escolha correta do sistema a utilizar. (Tipo de pavimento, diversidade do tráfego, geometria da via, etc.)

**Qualidade e controle dos materiais
Laudos e embalagens seladas**

Definição da metodologia de aplicação

Planejamento da obra e equipe bem treinada (Responsável pelo trabalho realizado)

Equipamentos apropriados e bem regulados

Preparação do pavimento. (Sujeira, umidade, contaminação, curing, etc.)

Acerto da viscosidade da tinta. Ancoragem das esferas de vidro e dos agregados antiderrapantes

Aplicação em boas condições climáticas (Temperatura e umidade ambiental e do substrato, vento e chuva)

Corretas espessuras de tinta e esferas de vidro com tratamento e granulometria adequada

Laboratório de campo e corpos de prova identificados

Acompanhamento posterior do desempenho

Empresas fornecedoras e aplicadoras, Certificadas ISO 9000 e com Centros de Treinamento

Fiscalização rigorosa

Controle de Qualidade

CONTROLE DE QUALIDADE DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

CORPO DE PROVA EQUIPE: _____ DATA: ____/____/____

CLIENTE: _____ HORA: ____ h ____

RODOVIA/AV.: _____ Km + m: _____ + _____

PAVIMENTO: TIPO _____ ESTADO: _____

BORDO/EIXO/ZEBRADO/LEGENDA/SETA/ _____

TEMPERATURA: AMBIENTE _____ °C; PAVIMENTO _____ °C UMIDADE DO AR _____ %

MATERIAL: FUSOR _____ °C CALDEIRA _____ °C PISTOLAS _____ °C

TINTA: FORNECEDOR _____ TIPO _____ LOTE _____

ESF.VIDRO: FORNECEDOR _____ TIPO _____ LOTE _____

OUTROS MATERIAIS: _____

TEMPO DE CURA OU SECAGEM _____ Min. ESPESSURA _____ mm

RETROREFLETÂNCIA: _____ mcd/lux.m² LUMINÂNCIA _____

CONSUMOS: TINTA _____ kg/m²; ESFERAS: _____ g/m²

SOLVENTE _____ OUTROS: _____

OBSERVAÇÕES: _____

ASS. INSPETOR: _____

Identificação do Corpo de Prova

Qualificação das tintas de Sinalização



DEMARCAÇÕES DURÁVEIS E ECOLÓGICAS APLICAÇÕES MANUAIS E MECÂNICAS

Tipos e processos de aplicação

Espessuras e consumos de materiais

Detalhes específicos dos equipamentos usados

Características obtidas

Legenda	
C	Compatível e/ concreto
L	Liso
D	Alta durabilidade
A	Atrito
R	Reflexão na chuva

TERMOPLÁSTICO – Temp. Apl. 180 a 200° C – Peso específico 2,0 g/ cm³ - Esfriamento

	Mec	1,5mm	3Kg/ m ²	Fusor+Cald. Press + Pist	C	L	D	A	R
Hot Spray	Mec	1,5mm	3Kg/ m ²	Fusor+Cald. Press + Pist		X			
Extrudado	Man/ Mec	3mm	6Kg/ m ²	Fusor + Sapatas		X	X		
Relevos – Multipontos/ Tacos	Mec	0 a 5mm	4Kg/ m ²	Fusor + Cald. Press + Injetores			X	X	X

PLÁSTICO A FRIO – Temp. Ambiente – Peso específico 1,6 a 2,0 g/ cm³ - Reação Química

	Man/ Mec	1,6 Kg/ mm/ m ²	2K – Air Less – 1/1 ou 98+2	BPO – Pó	C	L	D	A	R
Aspersão – Liso	Man/ Mec	1,6 Kg/ mm/ m ²	2K – Air Less – 1/1 ou 98+2	BPO – Pó	X	X			
Aspersão 2 demãos	Man/ Mec	1,6 Kg/ mm/ m ²	2K – Air Less – 1/1 ou 98+2	BPO – Pó	X	X	X	X	
Extrudado – Rolo/ Esp/ Sap	Man	3mm 6Kg/ m ²	2K – Homogeneização	BPO – Pó	X	X	X		
Relevo – Estrutura	Man	3 Kg/ m ²	2K – Plastomarker 98+2	BPO – Pó	X		X	X	X
Relevos – Multipontos/ Tacos	Mec	3 Kg/ m ²	2K – 98+2 – Equip. 2K	BPO – Liq.	X		X	X	X

Legenda: Mec (Mecânica); Man (Manual); Cald (Caldeira); Press (Pressurizada); Pist (Pistola pintura); BPO (Peróxido de Benzolla)

SINALIZAÇÃO VIÁRIA HORIZONTAL - COMPA

SOLUÇÃO	PINTURA A FRIO			
	Acrílica c/ Solvente Aromático	Acrílica Emulsionada em Água	MMA Monocomponente	Epóxi/ Acrílica à Base Água
CARACTERÍSTICA				
EMBALAGEM I PESO ESPECÍFICO (g/ cm³)	Balde 18 l (28 Kg) Metálico 1,45	Balde 18 l (31,6 Kg) Plástico 1,70	Balde 18 l (28,5 Kg) Metálico 1,48	Balde 18 l (31,2 Kg) (0,9 l +17,1 l =18,0) 1,70
FILME DE TINTA (mm) ESPESSURA ÚMIDA E SECA	0,60 0,40	0,50 0,40	0,60 0,45	0,60 0,45
DOSAGEM TINTA (Kg/m²) E RENDIMENTO POR EMBALAGEM	0,87 30 m ² / bd	0,85 36 m ² / bd	0,87 30 m ² / bd	0,85 30 m ² / bd
FORMAÇÃO DO FILME	Evaporação	Evaporação e Coalescência	Evaporação	Evaporação e Coalescência
TEMPO DE SECAGEM (min.) E DE CURA	20 a 30 min. 3 dias	15 a 20 min. 7 dias	20 a 30 min. 2 dias	20 a 30 min. 7 dias
TEMPERATURA DE APLICAÇÃO (c°)	Ambiente 10° a 45°C	Ambiente 10° a 45°C	Ambiente 10° a 45°C	Ambiente 10° a 45°C
PRODUTO - ECOLÓGICO	Não	Sim	Não	Sim
- ANTIDERRAPANTE	Não	Não	Não	Não
COMPATIBILIDADE COM (F) ASFALTO / (C) CONCRETO	Boa	F - Seco C - Restrito	Boa	F - Seco C - Restrito
RESISTÊNCIA À ABRASÃO	60 a 80 l	Br - 100 l Am - 90 l	Br - 130 l Am - 100 l	Br - 100 l
RESISTÊNCIA À INTEMPERISMO (h)	400	Br - 400 Am - Altera	400	600
FATOR DE LUMINÂNCIA INICIAL (β)	0,87	0,95	0,90	0,92
MICROESFERAS DE VIDRO GRANULOMETRIA (IIA E IIC)	II A ou II C	II C	II C	II C
RETROREFLETÂNCIA SECO mcd/ lux. m² Esferas de 1ª qualidade	Br - 450 Am - 300	Br - 600 Am - 450	Br - 600 Am - 450	Br - 600 Am - 450
RETORREFLETÂNCIA SOB CHUVA OU NEBLINA	Não	Não	Não	Não
DURABILIDADE (meses) (Igualdade de condições)	12 a 24	12 a 24	12 a 36	18 a 36
PROPORÇÃO DE PREÇOS BASE 1	1,25	1,00	1,25	1,25
MANUTENÇÃO/ RESTAURAÇÃO GRAU DE DIFICULDADE (1 a 4)	1	1	1	2

Legenda: Liq = Líquido; Agr = agregado; BD = Balde; Br = Branco; Am = Amarelo; Min = Minutos; BPO = Peróxido de Benzoila; Sc = Saco; 2d = duas demão

RATIVO TÉCNICO DE SOLUÇÕES - VIACOLOR

TERMOPLÁSTICO			PLÁSTICO A FRIO			
Hot Spray	Extrudado	Relevo	Aspersão	Biline 2d + Agr 3 Componentes	Estrutura	Multipontos e Tacos
Saco 25 Kg 2,0	Saco 25 Kg 2,0	Saco 25 Kg 2,0	Baldes 30 Kg BPO - Pó 1,6	Baldes 30 Kg BPO - Pó 1,6	Balde 25 Kg BPO - Liq. 2,0	Balde 25 Kg BPO - Liq. 2,0
1,5 Iguar	3,0 Iguar	0 a 5 Iguar	0,60 a 1,0 Iguar	0,6+0,6+Agr. Iguar	0,0 a 5,0 mm Iguar	0,0 a 5,0 mm Iguar
3,0 8,3 m ² / sc	6,0 4,2 m ² / sc	5 a 7,0 5,0 a 3,6 m ² / sc	1,0 a 1,6 3,0 a 18,75 m ² / bd	2,0 15,80m ² / bd	3,0 8,3 m ² / bd	3,0 8,3 m ² / bd
Esfriamento	Esfriamento	Esfriamento	Reação química	Reação química	Reação química	Reação química
2 a 3 min. 20 min.	2 a 5 min. 30 min.	2 a 5 min. 30 min.	20 a 30 min. 60 min.	20 a 30 min. 60 min.	20 a 30 min. 60 min.	20 a 30 min. 60 min.
180 a 200°C	180 a 200°C	180 a 200°C	Ambiente 10° a 45°C	Ambiente 10° a 45°C	Ambiente 10° a 45°C	Ambiente 10° a 45°C
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
F - Seco C - Não	F - Seco C - Não	F - Seco C - Não	Boa	Boa	Boa	Boa
0,6 g em 100 g	0,6 g em 100 g	0,6 g em 100 g	Ensaio em simulador de desgaste (carrocel) Milhões de ciclos (VDM e meses)			
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90
II A	II A	II A	II C	II C	II C	II C
Br - 300 Am - 220	Br - 300 Am - 220	Br - 300 Am - 220	Br - 600 Am - 450	Br - 500 Am - 400	Br - 800 Am - 650	Br - 600 Am - 450
Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
36 a 48	48 a 60	60	12 a 24	36 a 48	> 60	> 60
2,2	3,60	2,70	2,40 - 3,20	3,2	3,9	4,4
4	4	4	2	3	4	4

Embalagens e Peso Específico (litros ou/ Kg)

As embalagens mais usadas para envasamento dos produtos de sinalização são:

Baldes Metálicos (18 l) - Tintas Acrílicas, Tinta Monocomponente, Cola Poliéster, Promotor de Aderência, Verniz, Plástico a Frio Spray e Plástico a Frio - Aplicação a Rolo;

Baldes Plásticos (18 l) - Tintas Emulsionada em Água e Tintas Híbridas Epóxi à base de Água;

Baldes Metálicos (12,5 l) - Plástico a Frio Extrusão, Estrutura e Profile;

Frascos Plásticos (1 l) - Catalisador para Tinta Epóxi Base Água e Peróxido de Benzoila - BPO para Plástico a Frio Spray;

Frascos Plásticos (0,3 l) - Catalisador para Cola Poliéster;

Sacos Valvulados (25 Kg) - Termoplástico;

Latas (1,2 l) - Cola PMMA, e Poliéster

Sacos Plásticos (0,3 kg) - Endurecedor BPO para Cola PMMA;

Sacos Duplos, Papel e Plástico (25 Kg) - Microesferas de Vidro;

Big Bags (1.400 kg) - Com 56 sacos de 25 Kg de Microesferas

Esclarecimentos acerca das características constantes no mapa comparativo de soluções

Peso específico (g/cm^3) (Y - Gama) de uma substância é a relação entre o seu peso (P) e o seu volume (V).

Densidade absoluta (ρ - Ró) de um produto é o quociente entre a sua massa (M) e o seu volume (V) (condições de PTN - Pressão e Temperatura Normais).

Densidade (ou massa volumétrica)

$$\rho = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} = \frac{M}{V}$$

Peso específico - g/cm^3

$Y = \text{densidade} \times \text{aceleração da gravidade} = \rho \times G$

Filme de tinta (mm)

(Espessura úmida e seca)

A espessura do filme de tinta aplicada sobre o substrato é medida em milímetros (mm) ou micra (μ). (O plural de micron é micra e um milímetro tem 1000 micra).

A espessura seca do filme é a que realmente importa, pois já ocorreram todos os processos de evaporação, coalescência, reações ou esfriamento - de acordo com o tipo de tinta. A cura está completa quando todos os processos estão concluídos e o material já se encontra estabilizado.

As espessuras secas são classificadas em:

- **Finas camadas** - 0,3 a 0,9 mm
- **Grossas camadas** - Acima de 1,0 mm
- **Relevos** - camadas irregulares de 0,0 a 7,0 mm

Dosagem e rendimento

Na 1ª linha é indicada a quantidade de material aplicado - kg/ m² conforme a especificação.

Na segunda linha, é indicada a área pintada por embalagem: - m²/ bd ou m²/ sc.

Exemplo 1: A tinta acrílica emulsionada em água é fornecida em baldes plásticos com 18 l (dm³) de material e sendo aplicada na espessura de 0,5 mm de espessura úmida (que após a secagem fica com 0,4 mm, perdendo um pouco mais de 20%).

Os 18 litros aplicados com a espessura úmida de 0,5 mm, irão render quando em área a quantidade igual a 36 m²/ bd.

Exemplo 2: O termoplástico extrudado é fornecido em sacos de 25 Kg e sendo aplicado na espessura de 3 mm, e sendo seu peso específico é de 2 Kg/ l (dm³).

O consumo é de 3 mm X 2 Kg/ l (dm³) = 6 kg/ m² e o rendimento será de = 4,2 m²/ sc.

Formação do filme

Secagem e cura das tintas:

A **secagem** é o momento em que a circulação dos veículos não compromete a demarcação executada, sendo possível a liberação do tráfego.

A **cura** é o processo em que todos os processos físico-químicos já ocorreram e a estabilidade do material é concluída e a tinta passa definitivamente ao estado sólido.

Formação do filme

A formação do filme de tinta se processa de diferentes formas:

- 1 - **Evaporação** (de Solventes);
 - 2 - **Coalescência** (união de moléculas, após evaporação inicial);
 - 3 - **Troca de calor** (esfriamento, se solidificando);
 - 4 - **Reação química** (exotérmica, em cadeia).
- *Existem outros processos de cura como oxidação, luz e calor.

Com a **evaporação** a espessura úmida diminui até restar a espessura seca do filme de tinta aplicado.

No caso da **troca de calor** ou **reação química**, a espessura úmida é igual à seca.

No Brasil, o consumo das duas primeiras é medido em litros e o das duas últimas em quilogramas.

Teor de sólidos

Pode ser considerado em volume ou em peso.

Em volume, é a relação entre a espessura úmida e seca e é medido em porcentual.

As tintas de sinalização com solventes são classificadas em convencionais e de altos sólidos (*High Solid*), conforme o seu teor de sólidos em volume (inferior ou superior a 70%).

O teor de sólidos, não significa por si só qualidade da tinta, pois ele pode ser obtido pela adição de componentes menos nobres como cargas minerais, ou por elementos mais valiosos como resinas.

O balanceamento da formulação é que vai definir a qualidade da tinta.

Formação do filme

Solvente

Quando ocorre o excesso de solvente na tinta:

- Reduz a camada seca de tinta aplicada;
- Retarda a secagem;
- Causa sangramento (quando usado solvente em excesso);
- Prejudica a ancoragem das microesferas e a opacidade do filme de tinta, e
- Pode ocasionar a liberação de contaminantes do pavimento.

As tintas são produzidas e entregues pelo fabricante com a viscosidade correta para cada tipo de aplicação. No caso das tintas acrílicas com solvente se recomenda, que com a compra do lote de tinta, seja adquirido o solvente apropriado do mesmo fabricante, necessário à limpeza do equipamento e eventualmente para correção de viscosidade da tinta.

O solvente, caso seja usado, deve ser compatível com a tinta, atendendo a recomendação do fabricante e, quando adicionado, não deve ultrapassar 5% do volume da tinta.

Exemplo prático: num balde de 18 l. de tinta, a quantidade máxima de solvente possível de ser adicionada é de 0,9 l., que pode ser usado na lavagem sucessiva de baldes, retirando o resto de tinta e no final despejado no tanque.

**A utilização de solvente inadequado pode coagular a tinta.*

Equipamentos – Tanques e Sistemas:

Descarga e lavagem.

Filtração e decantação do ar comprimido.

Todos os equipamentos de pintura mecânica tem compressores de ar. O ar contém umidade e ao ser comprimido, gera água (PV = RT), e principalmente em climas tropicais, a quantidade de água é grande e precisa ser decantada e filtrada, de maneira que o ar chegue seco aos tanques de microesferas e de tintas - se for o caso.

A microesfera molhada forma grumos e não ancora.

Após a execução dos serviços, os produtos (tintas e microesferas), contidos nos tanques do equipamento devem ser descarregados e o sistema do equipamento “lavado”, de modo a não manter restos de materiais, que ao secarem, comprometem o funcionamento normal do equipamento. As tintas líquidas devem ser retiradas e executada a “lavagem de tanques, mangueiras e pistolas, com solvente ou água” - conforme o caso.

O termoplástico sempre deve ser descarregado dos fusores ou caldeiras pressurizadas no final dos serviços. Todos estes materiais devem ser recolhidos e acondicionados de forma que possam ser reutilizados posteriormente.

Obs.: No caso da limpeza de equipamentos usados com tinta d’água a primeira lavagem será completando todo o sistema com água e após descarga, se ainda houver resíduos de material, pode ser usado solvente aromático.

Temperatura e condições de aplicação

A temperatura ambiente e do pavimento, assim como, a umidade do ar e do substrato influenciam diretamente nos processos de cura e aderência do filme de tinta.

Em laboratório, se trabalha com 25°C (+ ou - 2°C) e umidade relativa do ar de 55% (+ ou - 5%). Na aplicação em campo, como regra geral, a temperatura ambiente ideal deve oscilar entre 10°C e 40°C e a umidade relativa do ar ser menor de 80%.

Temperatura e condições de aplicação

A tabela "Ponto de Orvalho" é uma forma prática e que se permite encontrar a condição mais segura de aplicação da sinalização.

Tabela - Ponto de Orvalho

Temperatura Ambiente (°C)	Umidade Relativa do Ar													
	10%	20%	30%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	
5	-23	-15	-11	-7		-5		-2		0		2		
6	-23	-15	-10	-7	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	
7	-22	-14	-9	-6		-3		0		2		4		
8	-22	-14	-9	-5	-3	-2	0	1	2	3	4	5	6	
9	-21	-13	-8	-4		-1		2		4		6		
10	-19	-11	-7	-3	-1	0	1	3	4	5	6	7	8	
11	-20	-11	-6	-2		1		4		6		8		
12	-19	-10	-5	-1	0	2	3	4	6	7	8	9	10	
13	-18	-9	-4	0		3		5		8		10		
14	-17	-9	-3	1	2	4	5	6	8	9	10	11	12	
15	-16	-7	-3	1	3	5	6	7	9	10	11	12	13	
16	-16	-7	-2	2	4	6	7	8	9	11	12	13	14	
17	-15	-6	-1	3	5	6	8	9	10	11	13	14	15	
18	-14	-5	0	4	6	7	9	10	11	12	13	15	15	
19	-13	-5	1	5	7	8	10	11	12	13	14	15	16	
20	-12	-4	1	5	8	9	11	12	13	14	15	16	17	
21	-12	-3	3	7	9	10	12	13	14	15	16	17	18	
22	-11	-2	4	8	10	11	13	14	15	16	17	18	19	
23	-10	-1	5	9	10	12	13	15	16	17	18	19	20	
24	-10	0	5	10	11	13	14	16	17	18	19	20	21	
25	-9	1	6	10	12	14	15	17	18	19	20	21	22	
26	-8	1	7	11	13	15	16	18	19	20	21	22	23	
27	-7	2	8	12	14	16	17	19	20	21	22	23	24	
28	-7	3	9	13	15	17	18	19	21	22	23	24	25	
29	-6	4	10	14	16	18	19	20	22	23	24	25	26	
30	-6	3	10	14	17	18	20	21	24	24	25	26	27	
31														
32					19	20	22	23	25	26	27	28	29	
33														
34					20	22	24	25	27	28	29	30	31	
35	-2	8	14	18		22		25		28		31		
36					22	24	26	27	28	30	31	32	33	
37														
38					24	26	27	29	30	32	33	34	35	
39														
40	1	11	18	23	26	28	29	31	32	33	35	36	37	

A temperatura do pavimento (substrato) deve estar 3°C acima do ponto de orvalho. Para aplicar a tabela podem ser utilizados os seguintes dados: supondo que a temperatura ambiente seja igual a 25°C e umidade relativa do ar igual a 75% o ponto de orvalho será de 20°C.

Portanto, o material só pode ser aplicado se a temperatura do substrato for mínimo do 23°C (3°C acima da temperatura do ponto de orvalho).

Para utilização da tabela de “Ponto de Orvalho”, na horizontal são indicadas colunas entre 10% a 85% da umidade relativa do ar, com intervalos de 5%. Na vertical são indicadas as temperaturas do ambiente entre 10°C a 40°C, de grau em grau. Internamente, nas células da tabela, são indicados os valores da temperatura do pavimento, que variam entre - 2° a + 37°C. Para a utilização da tabela, deve se cruzar os valores medidos pelo termohigrômetro, a umidade e a temperatura do pavimento medida por termômetro digital - tal cruzamento de dados, indica um número no interior da tabela. Para uma aplicação segura a temperatura do pavimento deve estar no mínimo 3°C acima do valor encontrado no uso da tabela.

A condição de aderência da tinta no pavimento, depende do tipo de material a ser aplicado. Todavia, obrigatoriamente o pavimento deve estar:

- Limpo;
- Sem contaminação;
- Seco;
- Temperatura nos parâmetros;
- Curado e estável;
- Sem a presença do “Curing” - aditivo utilizado no concreto; e
- Ser compatível com o tipo de tinta a se utilizar para sinalização.

Uma das grandes preocupações mundiais na atualidade, é a preservação e o respeito ao meio ambiente. Para isso, são buscados produtos inócuos ou que apresentem a redução ou anulação da emissão de gases contaminantes, bem como, resíduos que possam provocar contaminações ou que não sejam regeneráveis. O ideal é que os eventuais resíduos possam ser recicláveis ou descartados de forma segura.

A utilização dos materiais de forma integral e sem desperdícios é fundamental, bem como, a limpeza dos recipientes e seu encaminhamento para reciclagem, uma vez que não haja possibilidade de reutilização.

A tecnologia de produção dos materiais, equipamentos e técnicas de sinalização, avançam continuamente e é necessária a constante atualização dos profissionais, através de capacitação e treinamento regular. O intercâmbio com outros países cujas experiências trazem vivências diferentes, adaptáveis ou não, é também importante.

No campo das soluções de sinalização pouco duráveis, existem as tintas acrílicas com solventes aromáticos de altos sólidos (em volume), com redução de 15% de solvente ou mais, as de baixo Compostos Orgânicos Voláteis - VOC, ou as tintas híbridas à base de água Acrílica-Epóxi, que melhoram muito a condição ambiental.

Em grande parte dos casos as melhores soluções e as mais ecológicas são as mais duráveis - caso dos termoplásticos de alto desempenho ou Plásticos a Frio - aplicação em relevos, que apresentam muitas outras vantagens em relação às soluções pouco duráveis, tais como: antiderrapância, sonorização, retrorrefletância sob chuva, compatibilidade com todos os pavimentos, entre outras.

Produtos Ecológicos

A utilização de materiais ou sistemas duráveis, reduz sensivelmente a necessidade do número de intervenções nas vias. Embora apresentem um custo inicial mais alto, ao final de determinado prazo, são financeiramente mais econômicos e rentáveis. Complementarmente, poupam o meio ambiente, reduzem o número de intervenções nas vias, os riscos de acidentes e os custos decorrentes com acidentes - tanto para os prestadores de serviços, como para contratantes ou usuários, bem como o tempo em que a via fica interditada.

Nota do autor:

Ao longo dos anos o preço dos Termoplásticos aplicados no Brasil, sofreu contínuas reduções, que se refletiu na transformação do produto em uma solução de qualidade inferior.

Os Termoplásticos de alto desempenho são predominantes na sinalização viária de alguns países como Inglaterra e China, apresentando alta durabilidade, grande desempenho e alta refletância residual.

Valeria e seria interessante reabilitar este sistema.

Breve Aparte – Meio Ambiente

O efeito estufa é um fenômeno que por um lado mantém a temperatura do planeta estável e garante a vida na terra, por outro, quando desestabilizado, pode elevar a temperatura e comprometer a estabilidade do meio ambiente.

A atmosfera é formada por 5 camadas de gases: Troposfera, Estratosfera, Mesosfera, Ionosfera (ou Termosfera) e Exosfera.

A primeira camada, Troposfera, constitui 80% da massa atmosférica e corresponde a cerca de 15 Km acima de nível do mar. A temperatura, abaixa com a elevação da altitude.

Na segunda camada, Estratosfera (entre 15 e 50 Km), entre 20 a 35 Km de altitude se localiza a camada de Ozônio (O_3), que é responsável por filtrar 90% da radiação solar ultravioleta UV-C, prejudicial à saúde. Ao nível do solo, o Ozônio é um poluente e provoca o aumento de temperatura superficial, tal como o CO_2 (Dióxido de Carbono), o CO (Monóxido de carbono), o CH_4 (Metano) e o N_2O (Óxido Nitroso).

A exposição humana prolongada a radiação UV-A e UV-B, pode causar câncer na pele, o envelhecimento precoce, perda imunológica e da visão.

A emissão de substâncias halogenadas prejudicam e destroem a camada de Ozônio. A queda acentuada desse elemento provoca o denominado “Buraco da Camada de Ozônio”, que propicia maior penetração dos raios UV-A e UV-B.

A terceira camada, Mesosfera (entre 50 e 80 Km), é a camada mais fria e, pela sua densidade, é nela que se fragmentam os meteoritos.

A quarta camada, Ionosfera (entre 80 e 500 Km) tem alta concentração de íons.

A quinta camada, Exosfera (entre 500 e 8020 Km) é a camada mais externa e faz a transição entre a atmosfera terrestre e o denominado espaço sideral. Na exosfera é que se situam os Satélites orbitais e a Estação Espacial Internacional.

Antiderrapância

A falta de atrito entre as rodas dos veículos e o pavimento é reduzido, quando o pavimento está molhado, provoca escorregamento e possibilidade de acidentes.

Cada tipologia de pavimento tem um atrito dinâmico próprio. A pintura lisa é “escorregadia” e por essa razão, devem ser usadas soluções “antiderrapantes”, como as soluções indicadas a seguir:

Antiderrapância

- a) Aspersão de agregados minerais sobre a pintura no momento da aplicação da tinta (ficam ancorados à superfície);
- b) Aspersão de agregados minerais sobre o leque de tinta (ficam integrados no filme de tinta);
- c) Aplicação de uma demão de tinta com aspersão de agregado, sobrepondo outra demão de tinta, com aspersão de microesferas de vidro (com tinta Bicomponente MMA Spray); e
- d) Aplicação de sistemas de relevo (sinalização de segurança tipo II):
 - Termoplástico – Aplicação Multipontos; e
 - Plástico a Frio – Formatos Estrutura ou Multipontos (“Spotflex”).

O uso de pinturas lisas e escorregadias em certas situações como ciclovias é absolutamente errado.

As soluções antiderrapantes são mais susceptíveis de reter sujeira e reduzem a retrorrefletância, motivo pelo qual requerem tintas e esferas de vidro de melhor qualidade. A unidade de medida do atrito é denominada SRT.

Informação Complementar:

A existência de rugosidade do pavimento e da pintura, ou sua qualidade de ser lisa é que determina a ocorrência da “aquaplanagem” e “antiderrapância”.

μ d – Atrito dinâmico

Asfalto seco – de 0,50 a 0,80

Asfalto molhado – 0,25 a 0,75

a – Coeficiente de atrito

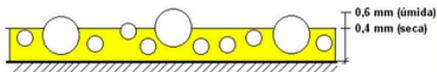
$$a = g (\sin \theta - \mu, \cos \theta),$$

O coeficiente de atrito estático é sempre maior que o cinético (dinâmico).

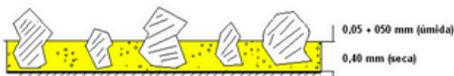
Antiderrapância

Perfil dos processos de pinturas antiderrapantes

Sinalização Derrapante -
lisa / Pouco durável:



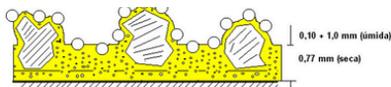
Antiderrapantes / Agregado
aspergido sem refletorização:



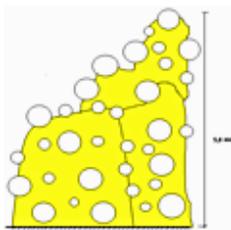
Agregado aspergido com
Microesfera:



Agregado incorporado sobre
o leque ou 2 demãos



Plástico a Frio
Sinalização de Segurança Tipo II
Relevo e Estrutura



Compatibilidade entre materiais

- Antes de se executar qualquer demarcação é sempre necessário tomar alguns cuidados básicos:

Nos pavimentos novos flexíveis é necessário dar tempo à exsudação do asfalto e nos pavimentos rígidos é necessário a retirada do "Curing" (após os 28 dias da cura).

- Em todos os casos há a providenciar:

- Eliminação de obstruções;
- Eliminação de contaminações;
- Apagamento de pinturas obsoletas, com restauração do pavimento;
- Lavagem prévia;
- Varrimento ou soprimento com ar comprimido; e
- Secagem completa.

- Há situações distintas:

- Novas demarcações:

A tinta acrílica à base de solvente, se "dá bem" com todos os tipos de pavimentos, exceto casos muito especiais, como porcelanatos, que não são usados como pavimento em vias públicas.

A tinta acrílica emulsionada em água também "não gosta muito" dos pavimentos em concreto com cimento Portland, e só deve ser aplicada em pavimentos totalmente secos. Se após a pintura, ocorrer chuva forte, o filme de tinta pode "desplacar", pois a cura do material se completa entre 5 a 7 dias.

Os termoplásticos não se comportam bem com os pavimentos rígidos em concreto ou com locais com umidade, motivo pelo qual é necessário que o pavimento esteja bem seco e haja a prévia aplicação de um promotor de aderência.

Relembremos que no caso de pavimentos rígidos de concreto, o "Curing" necessita ser completamente retirado antes da pintura, com aplicação de jato de água quente sob pressão com detergente apropriado.

O Plástico a Frio se comporta muito bem com todos os tipos de substratos padrão, sendo, em alguns casos, conveniente se aplicar um selante prévio.

Obs: O *Curing* é um aditivo que é usado como agente de cura no concreto, que sobe à superfície do pavimento, para protegê-lo dos efeitos da desidratação provocada pelo calor e vento. Quimicamente é uma emulsão de hidrocarbonetos parafínicos, que impede a perda de umidade e formação de fissuras no concreto. Devido a sua natureza química, forma uma camada superficial no piso, que impede a adesão das tintas.

Resistência à abrasão

- A resistência à abrasão da tinta é medida por vários processos:

Em litros – Abrasímetro de tinta – Tintas líquidas – regulado pela NBR 15438:2013. É composto por um reservatório elevado, carregado com Óxido de Alumínio ($3,95\text{g}/\text{cm}^3$), que cai por gravidade sobre uma chapa de alumínio, sobre a qual foi aplicada uma camada de tinta com espessura de 0,7 mm úmida. Após a cura da tinta, a chapa é fixada na base do equipamento, num ângulo de 45° e o abrasivo é descarregado pelo tubo existente até causar um furo elíptico, com 4 mm de largura. Suspensa a descarga, é verificado e medido quantos litros de abrasivo foram projetados para que ocorra o furo no filme de tinta. Essa é a resistência à abrasão da tinta.

- Em g/ 100 g – Taber 503 – Rotação Abrasiva – Termoplásticos – NBR 15.482:2013.

Disco de alumínio calibrado, com \varnothing 100mm, é pesado em balança de precisão (0,0001g) (1ª Pesagem).

Aplica-se com extensor, uma camada de 3mm de termoplástico fundido. Após 3 h é retificado e pesado na mesma balança (2ª Pesagem).

No equipamento de teste são executadas 2 séries de rotações.

Seca-se o corpo de prova e volta-se a pesar (3ª Pesagem).

A diferença de peso entre a 2ª e a 1ª Pesagem – é o peso do material (em gramas). Entre a 3ª e a 2ª Pesagem é o desgaste, sofrido em gramas. O resultado é a divisão deste valor, pelas, quantidades de 100 gramas iniciais.

Resistência à abrasão

- Em porcentual – Simulador Bast - Plástico a Frio (e outras).
Carrossel – Norma (Europeia) EN 13197/2001.

O material é aplicado de forma controlada sobre corpos de prova, que são instalados numa das cápsulas de um carrossel giratório, após o que, são submetidos a ciclos de rotação, sofrendo pressão de conjuntos fixos de pneus do instrumento, com variações de temperatura e pulverização de água, simulando as condições reais de uso. Após milhares de ciclos são efetuadas medições segundo 8 classes de tráfego (PO a P7 de $0,5 \times 10^5$ a $> 2 \times 10^6$), estipuladas na Norma. A quantidade de 4 milhões de ciclos equivalem em termos de simulação, a via com Veículos Diários Médios - VDM, de 40.000 veículos.

Pela Norma são medidos os seguintes parâmetros:

- Coeficientes de retrorrefletância (em seco, molhado e sob chuva) R_L
- Coeficiente de luminância com iluminação difusa Q_d
- Coeficiente de luminância β
- Coordenadas cromáticas X e Y
- Resistência ao atrito SRT
- Abrasão %

Resistência a intemperismo

As forças da natureza - sol, chuva, temperatura e vento, causam o envelhecimento das demarcações de tráfego. A luz solar é composta por radiações visíveis e invisíveis, e nas extremidades desse leque cromático, estão os raios ultravioletas e infravermelhos. Por vezes o PH da chuva é negativo (ácido) e corrói a pintura. A umidade do ar tem variações durante o dia e a noite. Estas ações constituem as forças destrutivas da natureza e agridem filme de tinta.

Resistência a intemperismo

Além das agressões naturais, existem outras como as contaminações provocadas química ou fisicamente, tais como as causadas por vazamentos de combustíveis, fluidos hidráulicos (freios), álcoois, gases industriais, sucos e sumos (laranja, cana e outros), areia (arrastadas pelo vento ou pelos rodados dos veículos), que também agredem as pinturas.

Microesferas de vidro Granulometria

A Norma Brasileira que regula as microesferas de vidro é ABNT – NBR 16.184:2021.

O peso específico do vidro é $2,5 \text{ g/cm}^3$, mas o das microesferas de vidro é $1,55 \text{ g/cm}^3$, em razão do ar retido. O índice de refração é 1,5.

A Norma ABNT 16.184:2021, especifica os vários tipos de esferas de vidro usadas na sinalização horizontal. As mais comuns são:

- **Tipo IA e B** – São de menor diâmetro e são usadas para pré-mistura nas tintas líquidas ($\varnothing 212 \mu\text{m}$, peneira 70 e abaixo), e na massa dos Termoplásticos ($\varnothing 300 \mu\text{m}$, peneira 50 e abaixo).
- **Tipo II A** – São usadas por aspersão ($\varnothing 600 \mu\text{m}$, peneira 30 e abaixo), sobre o filme de tinta quando da sua aplicação – Indicadas para tintas líquidas e Termoplástico aplicado por aspersão (Hot Spray).
- **Tipo II C** – São utilizadas na aspersão e são de maior diâmetro que a anterior ($\varnothing 850 \mu\text{m}$, peneira 20 e abaixo), sendo indicadas para tinta a base de d'água e tintas Bicomponentes (Epóxi-Acrílica e Plástico a Frio).

Esferas de maior diâmetro (1,0 a 1,4 mm) são usadas em pinturas especiais, por exemplo “Big Beads”.

Em termoplásticos de alto desempenho, as cargas minerais são em grande parte substituídas por microesferas de vidro Tipo II A, para as faixas continuarem a refletir após o desgaste do material.

Microesferas de vidro Granulometria

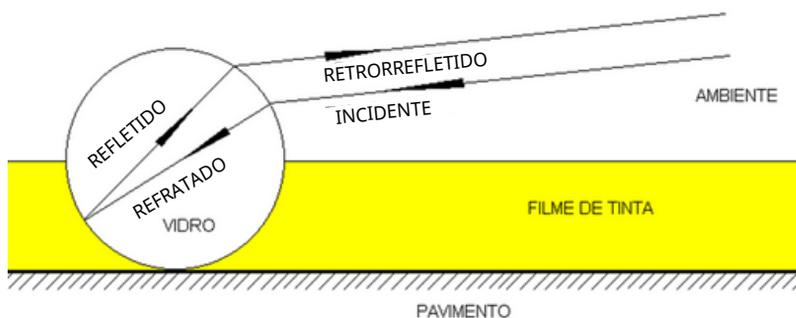
Tratamento

Os materiais que compõem as tintas apresentam compatibilidades diferentes para cada tipologia de tinta. Assim, de acordo com o tipo de tinta e o tipo de aplicação, as microesferas de vidro devem conter tratamento superficial para aumento de sua fixação no filme de tinta.

Existem tratamentos superficiais para compatibilidade com tintas Termoplásticas, Plástico a Frio a base de Metilmetacrilato (MMA), e para outros materiais.

Sugere-se consulta ao revendedor quando da aquisição da microesfera, para verificação do tratamento que melhor se adeque ao tipo de aplicação a ser efetuado.

Raios Luminosos - Princípio da Retrorrefletividade



Retrorrefletância

Retrorrefletância é o fenômeno do redirecionamento da luz incidente dos veículos em retorno na direção dos olhos do condutor, no período noturno ou de baixa luminosidade natural.

a - Situação em seco

O sucesso da retrorrefletância em seco, depende fundamentalmente da qualidade da tinta e das microesferas (esfericidade, pureza, ancoragem, granulometria, etc.).

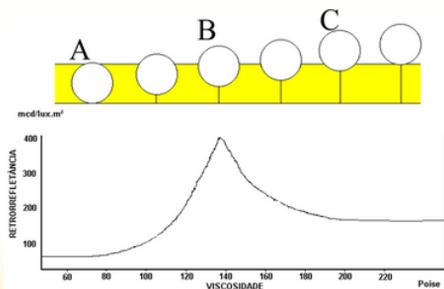
Outros fatores externos contribuem para reduzir o resultado pretendido de retrorrefletância - chuva, neblina, danos físicos ou contaminações. A medição da retrorrefletância - efetuada por equipamento denominado Retrorrefletômetro, deve ser feita inicialmente no espaço de 1 mês após a realização da sinalização - que é quando o seu valor é maior devido a limpeza das esferas pelo tráfego. A retrorrefletância residual é a medida obtida após determinado período de utilização e desgaste da sinalização, tendo-se como parâmetro determinado índice, que indica a necessidade de refeitura da sinalização.

b - Retrorrefletividade sob chuva

Em 1982, com a primeira publicação em 1986, a Alemanha e a França em conjunto, iniciaram o estudo de melhores soluções, que a Alemanha designou por Sinalização de Segurança Tipo II. Basicamente são pinturas de relevo com amplas finalidades: maior durabilidade, retrorreflexão sob chuva ou neblina, sonorização, antiderrapância, manutenções com menos intervenções, e menor custo considerando a sua vida útil.

Os ensaios compreendem 3 situações: em seco, molhado (5 minutos após a chuva), e sob chuva. O objetivo foi encontrar a solução que melhor atendesse a essas três situações. Depois de muitos anos de pesquisa e desenvolvimento, se chegou às atuais e consagradas técnicas de sinalização em relevo:

- Termoplástico - Sistema de aplicação tipo Multipontos e Tacos Sonorizantes;
- Plástico a Frio - Sistema de aplicação tipos Estrutura, Multipontos ("Spotflex"), e Tacos Sonorizantes.



Durabilidade das pinturas

A eficiência e aderência da pintura, depende das condições do pavimento e da qualidade da aplicação. No caso das condições do pavimento, os substratos abertos (ex. micro revestimento asfáltico), quando se usa tintas líquidas, existe uma tendência do material escorrer para os “vazios” e o que permanece nos “cumes”, não apresenta espessura suficiente para ancorar as microesferas de vidro. Essa é uma das razões da necessidade de 2 (duas) aplicações nesses casos.

No caso de substratos fechados (ex. aplicação de asfalto a quente CBUQ), o óleo dos rolos de compactação impede e prejudica a aderência do filme de tinta.

Nos pavimentos rígidos de concreto, do tipo fresados (Serpilhados), os resíduos precisam ser escovados e soprados antes da pintura. O mesmo acontece com o processo de “grooving”, onde é necessário a total limpeza antes da aplicação.

A aplicação precipitada da tinta de sinalização antes da estabilização ou cura do pavimento, têm como consequência a contaminação por sujeira e exsudação das faixas de pintura de sinalização por contaminantes.

Há casos em que as faixas de pinturas são contaminadas por liberação de partículas contidas na capa asfáltica, que são parte do material de composição do asfalto, que torna a sinalização imperceptível, mesmo sem a ocorrência de desgaste - como os pavimentos do Centro-Oeste do Brasil (ex. Brasília, Cuiabá e outras cidades de climas quentes). Neste casos se recomenda o processo de lavagem sob pressão, vapor e detergente neutro, para reavivamento das faixas de sinalização.

A Durabilidade das pinturas de sinalização depende principalmente de:

- *VDM (Volume Diário Médio de veículos), que utilizam a via;*
- *Tipologia do tráfego (veículos leves, médios ou pesados, sobrecargas, controle de peso – balanças);*
- *Geometria da via (largura das faixas de rodagem, retas, curvas, aclives e declives);*
- *Tipo de substrato da via (flexível, rígido, inter-travado, aberto, fechado, polímeros);*
- *Condições ambientais (agressões externas, suco de laranja, de cana, e outros; areia, de portos ou de vias afluentes de terra; indústrias químicas).*

Durabilidade das pinturas

Finalmente, são decisivas para alcançar os objetivos de qualidade excelente na sinalização horizontal:

- Materiais e Sistemas de pintura adotadas:
 - Tintas lisas pouco duráveis, ou em camadas de maior espessura;
 - Soluções definitivas – Plástico a Frio Relevos;
 - Microesferas de alto desempenho tratadas;
- A Qualidade dos materiais a serem utilizados;
- A Capacitação Técnica dos profissionais de aplicação;
- A Eficiência e Regulagem dos Equipamentos e o atendimento às recomendações gerais;
- Atendimento às Normas e às recomendações gerais.

Obs: Todos os Requisitos de Qualidade têm que ser mantidos concomitantemente.

Se por exemplo, uma demarcação se apresentar com boa aderência, boa luminância, mas não refletir, o desempenho e a qualidade estão comprometidos e a pintura deve ser refeita.

A durabilidade de uma sinalização horizontal é a definição do estado da sinalização dentro de um determinado período de tempo e sob determinados parâmetros, onde a sinalização deve satisfazer as exigências normativas e características aceitáveis para o fim a que se destina.

No caso da sinalização, mundialmente são avaliados: retrorrefletância, luminância, permanência, contraste e visibilidade. Do ponto de vista Normativo Brasileiro (ABNT), somente a retrorrefletância residual é avaliada como parâmetro, para a determinação da realização de uma nova pintura – o tempo decorrido entre uma aplicação e outra, é a medida de durabilidade, e se apresentará em meses ou anos.

Uma questão de valor: Proporção de preços e manutenção

A questão de preços de um serviço ou material deve ser analisada de duas formas:

- Menor investimento inicial, onde se obtêm baixo desempenho e durabilidade restrita;
- Maior investimento inicial, com a adoções de soluções mais duráveis e com bom desempenho, que resultam em menor custo final.

Se não existiu um projeto inicial contemplando as soluções ideais e é necessário introduzir melhorias importantes, de forma gradual em decorrência de recursos financeiros escassos e finitos - a solução é planejar.

Suponha-se uma Rodovia de 150 Km de extensão, com pavimento em bom estado e de boa qualidade, com tráfego muito intenso num primeiro trecho com 50 Km.

A solução planejada é se orçar e organizar a execução de uma sinalização de Segurança Tipo II - com bordos sonorizantes e eixo em multipontos, com Plástico a Frio Bicomponente, por exemplo: contemplando 10 Km por mês - ao final de 6 meses, o trecho mais crítico da rodovia estará atendido com uma sinalização de qualidade e durável. Veja-se a correspondência dos custos e os benefícios de uma situação comparativa entre as duas formas de análise:

Uma pintura a frio com tinta acrílica emulsionada em água, em trecho sobrecarregado, necessitaria ser repintada 1 ou 2 vezes ao ano sob tais condições de criticidade.

Hipoteticamente, em 5 anos ocorrerão de 5 a 10 repinturas com tinta d'água (baixa durabilidade), por exemplo, ao custo unitário de R\$ 13,22/ m² (material) + R\$ 15,70/ m² (restante), totalizando R\$ 28,92/ m². Usando-se o Plástico a Frio em Relevo, os custos seriam de R\$ 114,00/ m² (material) + R\$ 17,50/ m² (restante), totalizando R\$ 131,50/ m².

Em 5 anos, o custo em tinta emulsionada em água resutará num investimento entre R\$ 144,60/m² (no caso de 5 aplicações) e R\$ 289,20/ m² (para 10 aplicações), enquanto o custo do Plástico a Frio é de R\$ 131,50/ m² (correspondente a 1 aplicação), face sua durabilidade.

Uma questão de valor: Proporção de preços e manutenção

Mas, deve-se entender que a vantagem não reside somente quanto ao aspecto financeiro. A vantajosidade da opção mais durável se dá principalmente quanto a:

- Aspectos Técnicos** - Maior retrorrefletância em seco e sob chuva;
Melhor aderência (antiderrapância);
Rumorização ou sonorização de bordos;
Drenagem de água;
Compatibilidade com outros substratos e materiais.

- Operacional** - Redução drástica de “não conformidades”;
Menor gasto com burocracia;
Melhoria do fluxo de tráfego e da velocidade média;
Maior conforto e segurança para os usuários.

- Segurança** - Redução do número de intervenções na pista;
Menor probabilidade de acidentes (com o sistema de conservação e com os usuários da via);

- Imagem** - Melhoria do conceito da Rodovia;
Maior satisfação dos usuários;
Menor risco de conflitos - Rodovia Segura;
Utilização de soluções ambientalmente corretas.

Obs.: A durabilidade do Plástico a Frio no formato Relevô, quando utilizado material de qualidade e bem executado, é superior à 10 anos, e considerando a alta retrorrefletância alcançada ($> 1300 \text{ mcd/ lux. m}^2$), com esferas de vidro especiais, as tachas refletivas podem ser suprimidas.

Microesferas de vidro

Terapia das anomalias na aplicação

Anomalia Verificada	Origem Provável	Consequência	Solução Eventual
Excesso de microesferas	<ul style="list-style-type: none"> - Alta pressão do ar - Desgaste do aspersor 	<ul style="list-style-type: none"> - Gasto de esferas - Diminuição da retrorefletância - Sujeira posterior por desagregação das esferas 	<ul style="list-style-type: none"> - Regular a pressão de ar - Reparar o aspersor
Esferas pouco ancoradas	<ul style="list-style-type: none"> - Viscosidade da tinta elevada - Altura e inclinação do aspersor mal posicionado 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta retrorefletância inicial, com redução da durabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar viscosidade da tinta e corrigir - Regular posição do aspersor
Esferas muito afundadas no filme de tinta	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa Viscosidade da tinta - Espessura de tinta elevada - Posição do aspersor muito baixo, ou próximo ao leque de tinta 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa retrorefletância 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrigir a viscosidade da tinta - Diminuir a espessura do filme de tinta - Posicionar corretamente o aspersor
Esferas concentradas no centro, nas laterais ou fora da faixa	<ul style="list-style-type: none"> - Espargidor mal posicionado ou entupido - Baixa pressão de ar no tanque de esferas - Descontrole do sistema de abertura e fechamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa retrorefletância 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar a espargidor - Posicioná-lo corretamente - Ajustar a pressão do ar - Regular sistema de abertura e fechamento do ar
Irregularidade de aspersão ao longo da faixa	<ul style="list-style-type: none"> - Microesferas aglutinadas - Espargidor entupido - Má distribuição das esferas 	<ul style="list-style-type: none"> - Manchas nas faixas - Retrorefletância irregular 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar tratamento superficial das esferas - Verificar regularidade de pressão de ar no sistema - limpar sistema de injeção de microesferas
Falta de ancoragem das microesferas	<ul style="list-style-type: none"> - Tanque de Microesferas do equipamento com umidade ou água 	<ul style="list-style-type: none"> - As Microesferas se soltam das faixas de pintura 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar a filtragem e decantação do ar após saída compressor - obter ar seco

Anomalia Verificada	Origem Provável	Consequência	Solução Eventual
Largura da faixa - larga ou estreita	<ul style="list-style-type: none"> - Altura inadequada da pistola de tinta (baixar ou levantar) - Leque de aspersão fora de posição ou bico entupido 	<ul style="list-style-type: none"> - A faixa de pintura não atende a especificação 	<ul style="list-style-type: none"> - Regular a altura da pistola de tinta - Limpar e ajustar o terminal (chapinha)
Espessura alta ou baixa da faixa no centro ou lado(s)	<ul style="list-style-type: none"> - Pistola de pintura (ou bico injetor incorreto), entupido, sujo com resíduos secos, pressão do ar de atomização baixo ou alto - Pressão de ar incorreta no tanque de tinta 	<ul style="list-style-type: none"> - A faixa de pintura será reprovada pela fiscalização 	<ul style="list-style-type: none"> - Regular a pressão do ar atomizado e a pressão no tanque de tinta - Verificar pressão da bomba e regulá-la
Espessura úmida alta	<ul style="list-style-type: none"> - Controle de débito de tinta muito aberto - Pressão de tinta alta - Baixa velocidade de aplicação 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa retrorefletância por aprofundamento das microesferas - Gasto excessivo de material - Tempo de secagem aumentado 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar a velocidade de aplicação - Reduzir a pressão de ar no tanque de tinta - Regular o controle de débito de tinta
Faixas irregulares, salpicadas ou mal delineadas	<ul style="list-style-type: none"> - Viscosidade da tinta muito alta - Pressão do ar muito baixa - Pressão da tinta muito baixa 	<ul style="list-style-type: none"> - Má aparência das faixas de pintura, sem recorte definido e com salpicos de tinta nos entornos 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrigir viscosidade diluindo a tinta conforme orientação do fabricante - Regular a pressão do ar e do tanque de tinta o necessário - Verificar os limitadores da largura da faixa - (chapinha)

Termoplásticos

Hot Spray, Extrusão e Relevo Terapia das anomalias na aplicação

As anomalias consideradas a seguir se baseiam em Termoplásticos de boa qualidade, e de equipamentos dispendo de calor, pressão e vazão de ar seco suficientes.

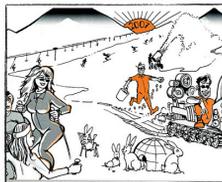
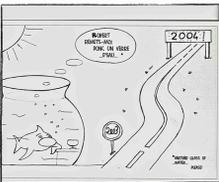
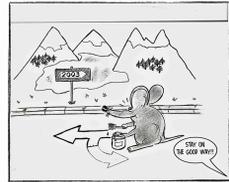
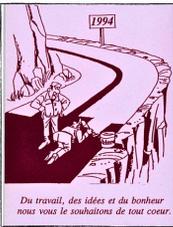
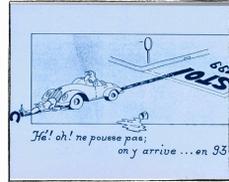
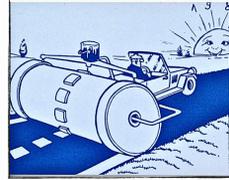
Anomalia Verificada	Origem Provável	Consequência	Solução Eventual
Falta de aderência	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa temperatura de aplicação - Contaminação do pavimento - Incompatibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda da demarcação 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrigir a temperatura de fusão - Descontaminação e preparo do pavimento - Aplicação de promotor de aderência
Baixa retrorefletância inicial	<ul style="list-style-type: none"> - Esferas de granulometria elevada - Baixas camadas de Termoplástico - Espaço de tempo entre a aplicação do Termoplástico e a aspersão da microesfera 	<ul style="list-style-type: none"> - Sinalização com baixa retrorefletância 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar as microesferas especificadas e de qualidade - Posicionar os espargidores o mais próximo possível da saída de materiais e utilizar dispensador de esferas - Controle de espessura eficaz
Alteração de aspecto precoce (quebra, trinca e cor)	<ul style="list-style-type: none"> - Fundição inadequada sem controle de temperatura - Recozimento de material 	<ul style="list-style-type: none"> - Alguns componentes não se fundiram por completo ou se deterioraram pelo excesso de calor - Perda de características 	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorar o controle de temperatura - Planejar melhor o consumo de material a utilizar e retirar toda a sobra dos fusores para um fracionado e posterior reaproveitamento
Acabamento inadequado	<ul style="list-style-type: none"> - Viscosidade inadequada - Pistolas e sapatas com desgastes - Pulverização excessiva ou insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda da demarcação 	<ul style="list-style-type: none"> - O controle da temperatura, vazão e pressão de ar, somados ao equipamento ajustado garante o perfeito acabamento

Os temas contidos nesta publicação são praticamente inesgotáveis. Como é habitual, há sempre uma meta de práticas de execução. Alguns temas poderão ser desenvolvidos e/ou ampliados num trabalho a ser desenvolvido futuramente, tais como:

- Regulagem de pistolas pneumáticas, para pintura a frio;
- Preparo e manuseio de Plástico a Frio;
- Aspersão de microesferas de vidro pelo sistema de “Dispenser” ;
- Polêmica quanto a dupla aspersão de microesferas de vidro;
- Opção: compressores de ar por pistão e fuso (Custo X Benefício);
- Opção de escolha entre equipamentos de compressão de ar e sistemas por bombeamento tipo “Air less”;
- Importância da inspeção diária dos veículos e equipamentos de aplicação da sinalização;
- Planejamento de investimentos - Técnicas e equipamentos de melhor qualidade e durabilidade; e
- Importância do Treinamento de Pessoal e Segurança no Trabalho.

Tornando a sua vida mais segura:

A **Kamber** dispensa apresentação. Durante muitos anos criou cartões de Boas Festas, que são arte e bom humor. Fazem parte da história da sinalização



Unidade Fabril - Rua Coronel Orlando Secco, nº 250
Bairro Tulipas - Jundiaí/SP.
CEP 13212-795 - www.viacolor.ind.br
e-mail: comercial@viacolor.ind.br
Tel. (11) 4496-8900